



19)

(11) Publication number:

01191508 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN21) Application number: **63016507**(51) Intl. Cl.: **H03H 9/17**22) Application date: **27.01.88**

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: **01.08.89**(84) Designated contracting
states:(71) Applicant: **MURATA MFG CO LTD**(72) Inventor: **ANDO AKIRA**
KIKKO TOSHIHIKO
SAKABE YUKIO

(74) Representative:

**54) ELECTROSTRICTIVE
ESONATOR**

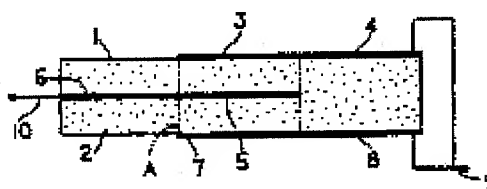
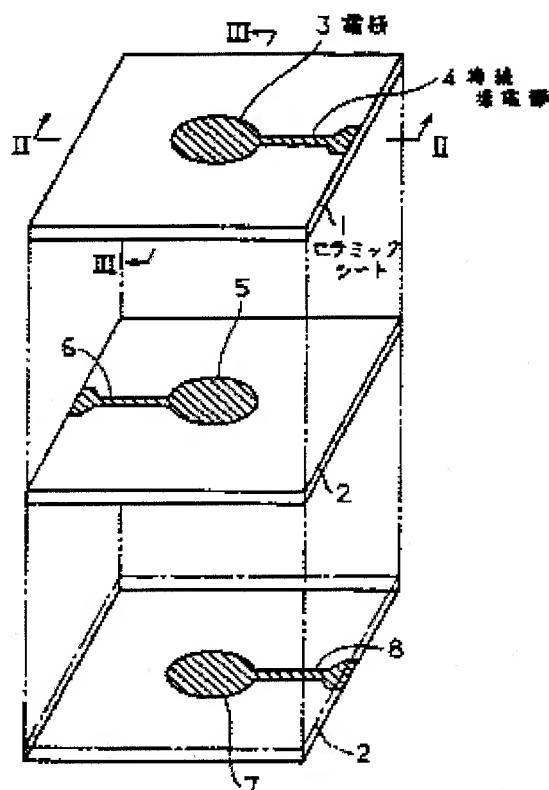
57) Abstract:

URPOSE: To confine the energy
ore excellently and to obtain a high
m by setting the thickness of each
lectrostriction material layer clipped
etween electrodes differently.

ONSTITUTION: The direction of
olarization of ceramic sheets 1, 2
lipped among electrodes 3, 5, 7 is
he same in broadwise direction, and
he ratio (thickness ratio b/a) of the
hickness 8a of the ceramic sheet 1 to
he thickness (b) of the ceramic sheet
is selected in a range larger than
.00 and below 1.20. Moreover,
onnection conduction parts 4, 8 are
ormed not to be overlapped in the
roadwise direction with respect to
he electrode and the connection
electrode part 6. Thus, the
apacitance based on adjacent
electrodes is not caused in a region
xcept an area surrounded by 2-
ashed chain lines A, that is, the area
n which the vibration energy is

onfined. Thus, the energy
onfinement is improved and a high
m is obtained.

OPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio



⑫ 公開特許公報(A) 平1-191508

⑬ Int. Cl.⁴

H 03 H 9/17

識別記号

庁内整理番号

7922-5J

⑭ 公開 平成1年(1989)8月1日

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全7頁)

⑮ 発明の名称 電歪共振装置

⑯ 特 願 昭63-16507

⑰ 出 願 昭63(1988)1月27日

⑱ 発 明 者 安 藤 陽 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内
 ⑱ 発 明 者 橋 高 敏 彦 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内
 ⑱ 発 明 者 坂 部 行 雄 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内
 ⑲ 出 願 人 株式会社村田製作所 京都府長岡京市天神2丁目26番10号
 ⑳ 代 理 人 弁理士 深見 久郎 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

電歪共振装置

2. 特許請求の範囲

(1) 厚み縦振動モードの高調波を利用したエネルギー閉込め型の電歪共振装置であって、

電歪材料よりなる板状の本体と、

前記本体の厚み方向において、電歪材料層を介して配置された、振動エネルギーを閉込めるための3以上の電極とを備え、

前記電極に挟まれた各電歪材料層の厚みは、互い異なる値に設定されている、

電歪共振装置。

(2) 前記電歪材料層の厚みは、最も薄い電歪材料層を基準に、残りの電歪材料層の厚みの比が1.00より大きく1.20以下の範囲に設定されている、特許請求の範囲第1項記載の電歪共振装置。

(3) 前記電極に挟まれる電歪材料層は分極されており、その分極方向が厚み方向に互い違い

である、特許請求の範囲第1項または第2項記載の電歪共振装置。

(4) 前記電極に挟まれる電歪材料層は分極されており、その分極方向が厚み方向に同一方向である、特許請求の範囲第1項または第2項記載の電歪共振装置。

(5) 前記電極に挟まれない部分の電歪材料層は、その少なくとも一部が分極されている、特許請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載の電歪共振装置。

(6) 前記電極と電歪材料よりなる本体の側端縁とを結ぶ接続導電部をさらに備え、

前記接続導電部のうち、少なくとも駆動時に互いに反対電位となる接続導電部が、厚み方向において互いに重なり合わないように形成されている、特許請求の範囲第1項ないし第5項のいずれかに記載の電歪共振装置。

(7) 前記電歪材料は、厚み縦基本振動の周波数低下型エネルギー閉込めが不可能な実効ボアソン比を有するものからなる、特許請求の範囲第1

項ないし第6項のいずれかに記載の電歪共振装置。

(8) 前記電極の数は奇数であり、利用する高調波は偶数次モードである、特許請求の範囲第1項ないし第7項のいずれかに記載の電歪共振装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、電歪共振装置、特に、厚み縦振動モードを利用したエネルギー閉込め型電歪共振装置に関する。

〔従来の技術および発明が解決しようとする問題点〕

従来より、PZT系圧電セラミックスを用いた厚み縦振動モードを利用したエネルギー閉込め型の電歪共振装置が知られている。この種のエネルギー閉込め型の電歪共振装置は、圧電セラミックス板の両面に該圧電セラミックスより小さな面積の電極を形成することにより構成されている。また、圧電セラミックスとしては、PZT系のように実効ボアソン比が $1/3$ 以上の材料が用いられてい

よって、材料選択の範囲も限られていた。

そこで、本願発明者達は、より高周波域で利用することができ、より広範な電歪材料を用いることが可能で、かつ良好なエネルギー閉込めが可能な構造を備えた電歪共振装置を得るため種々検討を行なった。その結果、電歪材料よりなる板状の本体と、この本体の厚み方向において電歪材料層を介して互いに重なり合うように配置された3以上の電極とを備える、積層型の電歪共振装置を構成することを考えた。そして、その場合、前記電極に、振動エネルギーを閉込めるための振動電極と、該振動電極と電歪材料よりなる本体の側端縁とを結ぶ接続導電部とを設けることにした（特願昭62-160665号）。そうすれば、より高周波域で利用し得るエネルギー閉込め型の電歪共振装置が実現できた。

この積層型の電歪共振装置では、3以上の電極が電歪材料を介して厚み方向において互いに重なり合うように配置されているので、全体の厚みが同じである場合には、従来の単板型の電歪共振装

る。これは、実効ボアソン比が $1/3$ 未満の材料を用いた場合には、厚み縦振動の周波数低下型エネルギー閉込めができなかったからである。

上述の電歪共振装置において、より高周波域で利用し得るものが望まれている。より高周波域で振動させるには、圧電セラミックス板の厚みを薄くすればよい。しかしながら、取扱い上 $200\mu\text{m}$ 程度とするのが限界であり、それ以上薄くすることは困難であった。よって、現実には、厚み縦基本振動の使用周波数範囲は 10MHz 以下であった。

他方、厚み縦振動の3次高調波を利用すれば、高周波域で利用することが可能であると考えられる。しかしながら、3次高調波は、基本振動に比べて応答レベルがかなり小さく、したがって該3次高調波の利用は特定の分野に限られていた。

さらに、従来の厚み縦振動モードを利用した電歪共振装置では、上述したように実効ボアソン比が $1/3$ 以上の材料を用いなければ周波数低下型で振動エネルギーを閉込めることができなかった。

置に比べて概ね $(n-1)$ 倍〔 n は電極の数を表わす〕の周波数域に厚み縦振動の最初の応答が現われる。よって、より高周波域で利用することができるようになる。また、3以上の電極を用いて電歪材料層を整数層に分割した構造のものであるため、電歪材料内を伝わる定常波の存在により制約条件が従来の単板型の電歪共振子と異なることになる。したがって、従来の単板構造では振動エネルギーを閉込めることが不可能であった実効ボアソン比が $1/3$ 未満の電歪材料を用いた場合でも、厚み縦振動のエネルギーを閉込めることが可能となった。

しかし、その構成では、十分に良好なエネルギー閉込めができず、共振波形に重畳したスプリアスを十分に低減することができなかった。このため、たとえば、フィルタとして利用する場合には帯域内リップルの問題が残され、また発振子として利用する場合には Q_m が低下するなどの問題が残された。

本発明の目的は、より良好にエネルギー閉込めが

可能でしかも高いQmを得ることができ、スプリアスレベルをより効果的に低減し得る電歪共振装置を提供することにある。

【問題点を解決するための手段】

本発明に係る電歪共振装置は、厚み縦振動モードの高調波を利用したエネルギー閉込め型の電歪共振装置である。そして、この電歪共振装置は、電歪材料よりなる板状の本体と、本体の厚み方向において電歪材料層を介して配置された、振動エネルギーを閉込めるための3以上の電極とを備えている。また、前記電極に挟まれた各電歪材料層の厚みは、互い異なる値に設定されている。

なお、たとえば、前記電歪材料層の厚みは、最も薄い電歪材料層を基準に、残りの電歪材料層の厚みの比が1.00より大きく1.20以下の範囲に設定されている。また、たとえば、電極に挟まれる電歪材料層は分極されており、その分極方向が厚み方向に互い違いである。あるいは、その分極方向が厚み方向に同一方向である。前記電極に挟まれない部分の電歪材料層は、その少なくとも

も一部が分極されていてもよい。さらに好ましくは、電歪共振装置は、電極と電歪材料よりなる本体の側端縁とを結ぶ接続導電部をさらに備え、前記接続導電部のうち、少なくとも駆動時に互いに反対の電位となる接続導電部が、厚み方向において互いに重なり合わないよう形成されている。

【作用および発明の効果】

本発明に係る電歪共振装置によれば、電極に挟まれた各電歪材料層の厚みは、互いに異なる値に設定されていることから、エネルギーの閉込めがより良好になり、共振波形にスプリアスが重畳しにくくなるばかりでなく、高いQmを得ることができるようになる。

たとえば、フィルタとして電歪共振装置を使用する場合には、帯域内においてリップルが発生しにくくなる。また、発振子として電歪共振装置を利用する場合には、高いQmを得ることができることから、高性能の発振子を実現することが可能となる。

【実施例】

第1図は、本発明の一実施例に係る電歪共振装置を、理解の便宜上焼成前の状態に展開して示した斜視図である。また、第2図は第1図のII-II断面図であり、第3図は第1図のIII-III断面図である。第3図において、矢印は分極方向を示すために便宜上描かれている。

第1図において、電歪共振装置は、2枚のセラミックシート1、2を有している。セラミックシート1の上面には、エネルギーを閉込めるため、円形の領域に電極3が形成されている。また、電極3からセラミックシート1の一方端縁に延びるように、接続導電部4が形成されている。セラミックシート2の上面には、電歪共振装置の内部電極となる電極5が形成されている。また、電極5とセラミックシート2の一方端縁との間には、接続導電部6が形成されている。さらに、セラミックシート2の下面には、第1図にセラミックシート2を通視して示すように、電極7が形成されている。この電極7は、エネルギーを閉込めるための電極の他方側を形成するものである。この電極7

とセラミックシート2の他方端縁との間には、接続導電部8が形成されている。

第2図に示すように、上下両端に形成された接続導電部4、8のセラミックシート1、2端縁側端部には、共通のリード線9が接続されるようになっている。また、厚み方向中央に配置された接続導電部6のセラミックシート1、2端縁側端部には、別のリード線10が接続されるようになっている。なお、第2図に示されている二点鎖線Aに囲まれた領域は、電極3、5、7の対向領域を示している。

第2図および第3図に示すように、セラミックシート1およびセラミックシート2は、焼成されることによって互いに一体に連続した状態となっている。また、第3図に示すように、セラミックシート1、2のうち電極3、5、7の対向する領域は、矢印の方向に分極されている。すなわち、この場合には、各電極3、5、7間に挟まれるセラミックシート1、2は、分極方向が厚み方向に同一方向となっている。また、セラミックシート

1の厚み a とセラミックシート2の厚み b との比(厚み比 b/a)は、1.00より大きく1.20以下の範囲に設定されている。

駆動に際しては、リード線9に+または-のいずれか一方の電圧を、リード線10に他方の電圧を印加すればよい。

ところで、上述した電歪共振装置では、電極3, 5, 7は、電歪共振装置の厚み方向に互いに重なり合うように配置されている。よって、従来の同じ厚みの単板側電歪共振装置に比べて、より高周波域で使うことができる。なぜならば、電極3, 5間あるいは電極5, 7間の距離が $\lambda/2$ となる厚み共振モードが生じるからである。

さらに、第1図から明らかなように、接続導電部4, 8は電極および接続導電部6に対して厚み方向に重ならないように形成されている。このため、第2図に示す二点鎖線Aで囲まれた領域、すなわち振動エネルギーが閉込められる領域以外で、隣接する電極間に基づく容量が発生することはない。したがって、エネルギーの閉込めが良好となり、

1.00の場合を、第5B図は厚み比 b/a が1.05の場合を、第5C図は厚み比 b/a が1.10の場合を、第5D図は厚み比 b/a が1.15の場合を、第5E図は厚み比 b/a が1.20の場合を、第5F図は厚み比 b/a が1.30の場合をそれぞれ示している。

第5A図ないし第5F図から明らかなように、厚み比 b/a を1.00より大きく1.20以下の範囲に設定すれば、厚み縦2次高調波に重畳するスプリアスを効果的に除去できることがわかる。

【別の実施例】

(a) 本発明を実施するにあたり、第6図に示すような構成とすることもできる。第6図では、電極3, 5, 7に挟まれた部分以外においても、セラミックシート1, 2には分極処理が施されている。

この場合にも、振動エネルギーを電極3, 5, 7で挟まれた領域内に閉込めることができる。

第6図の実施例に係る電歪共振装置の製造方法を次に説明する。まず、2枚のセラミックグリー

ンスプリアスを効果的に抑圧することができるようになる。

次に、第1図ないし第3図に示す電歪共振装置の製造方法を説明する。

まず、2枚のセラミックグリーンシートを用意する。そして、下側のセラミックグリーンシートの上面に、電極5および接続導電部6を形成するための電極ペーストを塗布する。次に、両セラミックグリーンシートを積層し圧着する。圧着して得られた成形体を焼成することにより、第4A図に示すような焼成体を得る。次に、その焼成体の上下両端面に電極3, 7を形成するため、第4B図のように銀を蒸着させる。さらに、電極3と電極7との間に電圧を印加し、第4C図に示すように分極する。これによって、第1図ないし第3図に示すような電歪共振装置が得られる。

次に、前記実施例の周波数特性を確認するため、セラミックシート1, 2の厚み比 b/a を種々変更して実験を行なった。その結果を、第5A図ないし第5F図に示す。第5A図は厚み比 b/a が

ンシートを用意し、下側のセラミックグリーンシートの上面に、電極5および接続導電部6を形成するための電極ペーストを塗布する。次に、両セラミックグリーンシートを積層し圧着する。圧着して得られた成形体を焼成することにより、第7A図に示すような焼成体を得る。次に、その焼成体の上下両端面に銀を蒸着させることにより、全面に外部電極3a, 7aを形成する。次に、外部電極3aと外部電極7aとの間に電圧を印加し、電歪共振装置全体を第7C図に示すように分極する。次に、外部電極3a, 7aの表面にレジストインクを印刷し、パターニングを行ない、エッチングを行なうことによって第7D図に示すように電極3および電極7を形成する。これによって、第6図に示すような電歪共振装置が得られる。

(b) 前記実施例では、各セラミックシート1, 2の分極方向が厚み方向に同一である場合を示したが、第8図および第9図に示すように分極方向が厚み方向に互い違いとなってもよい。

第8図および第9図に示す電歪共振装置を駆動

する場合には、電極5には直接電圧は印加せず、電極3、7に、+および-の電圧をそれぞれ印加すればよい。

第8図および第9図に示す電歪共振装置を製造する場合には、第4C図あるいは第7D図の構成を得た後、さらに、電極5および電極7間に逆向きの電圧を印加して、反対方向に分極させる。これによって、第8図および第9図に示す構成を有する電歪共振装置が得られる。

(c) 第10図に示すような構成とすることもできる。

第10図において、接続導電部4はセラミックシート1の一端縁側に延びている。接続導電部6は、セラミックシート2の端縁のうち、接続導電部4が延びている側の端縁と直交する端縁に延びている。また、接続導電部8は、接続導電部4が延びている端縁と平行かつ、接続導電部6が延びている端縁と直交する端縁側に延びている。

このように構成することによっても、接続導電部4、6、8が、厚み方向に互いに重ならないよ

うにすることができる。

(d) セラミックシートの厚み比 b/a を設定するにあたり、第11図に示すように、セラミックシートの主面に凹部20を設けることによってその設定を行なうこともできる。

(e) セラミックシートを3枚以上用い、電極を4つ以上設ける構成によっても、本発明を同様に実施することが可能である。

第12A図ないし第12F図は、セラミックシートを3枚用い、電極を4つ設けた場合のそれぞれ別の実施例を示している。なお、第12A図ないし第12F図では、各セラミックシート間の厚みの違いをわかりやすくするために、その違いが強調されて示されている。

第12A図では、上端のセラミックシートと下端のセラミックシートとが同じ厚みであり、中央のセラミックシートがそれらより厚く設定されている。第12B図では、上端のセラミックシートが薄く、中央と下端のセラミックシートはそれよりも厚くかつ互いに同じ厚みに設定されている。

第12C図では、上端と下端のセラミックシートの厚みが同じで、中央のセラミックシートの厚みが薄く設定されている。第12D図では、上端のセラミックシートの厚みが厚く設定されており、中央と下端のセラミックシートは互いに同じ厚みでかつ薄く設定されている。第12E図では、上端のセラミックシートが最も厚く、中央のセラミックシートがそれよりも薄く、下端のセラミックシートがさらに薄く設定されている。第12F図では、中央のセラミックシートが最も厚く、上端のセラミックシートがそれよりも薄く、下端のセラミックシートが最も薄く設定されている。

なお、第12A図ないし第12F図に示す電歪共振装置においても、最も薄いセラミックシートの厚みを基準に、残りのセラミックシートの厚みの比が1.00より大きく1.20以下の範囲に設定されている。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例に係る電歪共振装置を便宜上展開して示した斜視図である。第2図

は、第1図のII-II断面図である。第3図は、第1図のIII-III断面図である。第4A図ないし第4C図は、第1図ないし第3図の実施例の製造工程を示す縦断面図である。第5A図ないし第5F図は、本発明に係る電歪共振装置と比較例に係る電歪共振装置とのインピーダンス周波数特性を示すグラフである。第6図は、別の実施例の第3図に相当する図である。第7A図ないし第7D図は、第6図の実施例の製造方法を示す縦断面図である。第8図、第9図、第11図、第12A図ないし第12F図は、それぞれ別の実施例の第3図に相当する図である。第10図は、さらに別の実施例の第1図に相当する図である。

1、2はセラミックシート、3、5、7は電極、4、6、8は接続導電部である。

特許出願人 株式会社村田製作所

代理人 弁理士 深見久郎

(ほか2名)

